

MICROSTRIP ANTENNA

Publication number: JP11145722

Publication date: 1999-05-28

Inventor: KAMOGAWA KENJI; TOKUMITSU TSUNEO

Applicant: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE

Classification:

- international: **H01Q21/30; H01Q5/00; H01Q13/08; H01Q21/30; H01Q5/00; H01Q13/08; (IPC1-7): H01Q13/08; H01Q5/00; H01Q21/30**

- european:

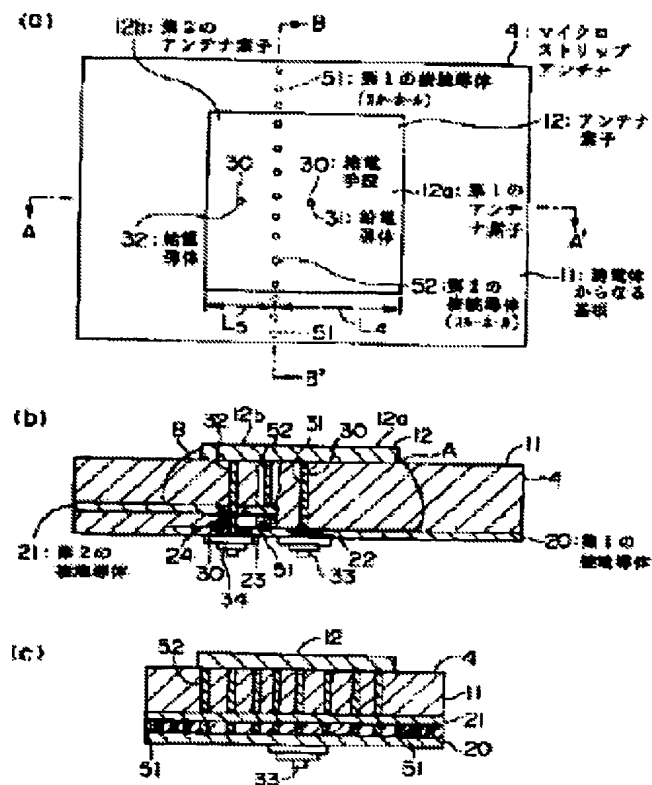
Application number: JP19970302167 19971104

Priority number(s): JP19970302167 19971104

Report a data error here

Abstract of JP11145722

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small and thin microstrip antenna which can simultaneously form a multi-band antenna at the same time that can satisfactorily operate on the same substrate. **SOLUTION:** A microstrip antenna 4 is provided with a dielectric substrate 11, an antenna element 12 placed on a single side of the substrate 11, a first ground conductor 20 which is placed separate from the substrate 11 and opposite to the element 12, a second ground conductor 21 which is placed separate from the substrate 11, opposite to the element 12 and closer to the element 12 than the conductor 20, a first connector conductor 51 which secures connection between both the conductors 20 and 21, a 2nd connector conductor 52 which secures connection between the conductor 20 or 21 and the element 12, and a feeder means 30 which transmits the signals to the element 12.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-145722

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 Q 13/08
5/00
21/30

識別記号

F I

H 0 1 Q 13/08
5/00
21/30

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-302167

(22) 出願日 平成9年(1997)11月4日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 嶋川 健司

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 徳満 恒雄

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

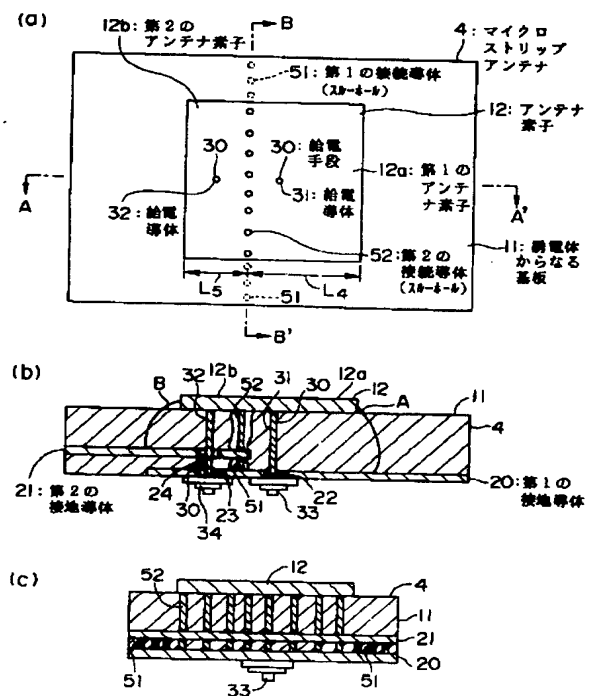
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武

(54) 【発明の名称】 マイクロストリップアンテナ

(57) 【要約】

【課題】 良好に動作できるマルチバンドアンテナを同じ基板に同時に形成することが可能であり、小型、薄型なマイクロストリップアンテナを提供する。

【解決手段】 誘電体からなる基板11と、誘電体からなる基板11の一面に載置されたアンテナ素子12と、誘電体からなる基板11により離間されてアンテナ素子12と対向して配置された第1の接地導体20と、誘電体からなる基板11により離間されてアンテナ素子12と対向し、かつ第1の接地導体20よりもアンテナ素子12に接近して配置された第2の接地導体21と、第1の接地導体20と第2の接地導体21とを接続する第1の接続導体51と、第1の接地導体20または第2の接地導体21とアンテナ素子12とを接続する第2の接続導体52と、信号をアンテナ素子12に伝達するための給電手段30とを具備することを特徴とするマイクロストリップアンテナ4を採用する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体からなる基板と、
該誘電体からなる基板の一面に載置されたアンテナ素子と、

前記誘電体からなる基板により離間されて前記アンテナ素子と対向して配置された第 1 の接地導体と、
前記誘電体からなる基板により離間されて前記アンテナ素子と対向し、かつ前記第 1 の接地導体よりも前記アンテナ素子に接近して配置された第 2 の接地導体と、
前記第 1 の接地導体と前記第 2 の接地導体とを接続する第 1 の接続導体と、
前記第 1 の接地導体または前記第 2 の接地導体と前記アンテナ素子とを接続する第 2 の接続導体と、
信号を前記アンテナ素子に伝達するための給電手段とを具備することを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、
前記アンテナ素子は、前記第 2 の接続導体の列を境界とする第 1 のアンテナ素子と第 2 のアンテナ素子とからなることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 3】 請求項 1 に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、
前記給電手段は、
前記アンテナ素子に接続された給電導体であることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 4】 請求項 1 に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、
前記給電手段は、
前記誘電体からなる基板により離間されて前記第 1 の接地導体と対向し、かつ前記アンテナ素子の反対側に形成された高周波線路と、
前記第 1 の接地導体に形成され、かつ、前記高周波線路に入力された信号を前記アンテナ素子へ電磁界的に結合して該アンテナ素子を励振するためのスロットとからなることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 5】 請求項 4 に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、
前記高周波線路は、マイクロストリップ線路であることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 6】 請求項 4 に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、
前記高周波線路は、トリプレート線路であることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 7】 請求項 5 に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、
前記アンテナ素子と前記マイクロストリップ線路とを接続する給電導体を具備することを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 8】 請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のマイク

ロストリップアンテナにおいて、

前記アンテナ素子は、2 つの方形板を前記第 2 の接続導体を境界として互いにずれて当接させたものであることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナにおいて、
前記アンテナ素子は、2 つの半円板を前記第 2 の接続導体を境界として当接させたものであることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 10】 請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナにおいて、
前記第 1、第 2 の接続導体は、一列に並設されたスルーホール列であることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 11】 請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナにおいて、
前記第 1 の接続導体または第 2 の接続導体の少なくとも一方が、前記第 1 の接地導体または前記第 2 の接地導体から前記アンテナ素子の方向に向けて突設された導体板であることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 12】 請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナであって、
前記誘電体からなる基板は、誘電体膜を積層して形成されたものであることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【請求項 13】 請求項 1 ～ 12 のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナを、前記誘電体からなる基板に複数個形成させたものであることを特徴とするマイクロストリップアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波帯～ミリ波帯の無線信号を送受信するために用いられるマイクロストリップアンテナに関するものである。

【0002】

【従来の技術】マイクロストリップアンテナは、小型、軽量かつ薄型であることから、レーダ、移動体通信、衛星通信のアンテナとして、様々な分野で応用されている。最近では、異なる周波数帯用の複数のアンテナを一体化したマイクロストリップアンテナが実用化されている。

【0003】従来のマイクロストリップアンテナを図面を参照して説明する。図 8 (a) は、公開昭 59-126304 号で開示されたマイクロストリップアンテナの平面図であり、図 8 (b) は、図 8 (a) の A-A' 線の断面図であり、図 8 (c) は、図 8 (a) の B-B' 線の断面図である。図 8 (a)、図 8 (b) 及び図 8

(c) において、マイクロストリップアンテナ 1 は、誘電体からなる基板 102 と、誘電体からなる基板 102 の一面に載置されたアンテナ素子 100 と、誘電体から

なる基板102の他面に載置された接地導体101とから構成されている。

【0004】また、アンテナ素子100には、図示しない外部回路からの信号を給電するための給電ピン103、104が接続されている。これら給電ピン103、104は、接地導体101に形成された孔108、109を貫通して、外部回路に接続するためのコネクタ105、106に接続されており、給電ピン103、104は、接地導体101から絶縁されている。

【0005】また、マイクロストリップアンテナ1には、アンテナ素子100と接地導体101とを接続するための接続導体である複数のアースピン107、107…が備えられている。アースピン107、107…は、図8(a)におけるB-B'線に沿って並設されており、このアースピン107、107…の列を境界として、アンテナ素子100が2分割され、第1のアンテナ素子111と第2のアンテナ素子112とが形成されている。

【0006】次に、従来のマイクロストリップアンテナ1の動作を図面を参照して説明する。図9(a)は、マイクロストリップアンテナ2の基本モードでの電界分布を示す図であり、図9(b)は、図9(a)のA-A'線の断面図である。尚、これらの図において、前述した図8(a)、図8(b)及び図8(c)に示す構成要素と同一符号を付し、その説明を省略する。ここに示すマイクロストリップアンテナ2は、給電ピン103及びアースピン107がそれぞれ1個ずつ設けられたものである。また、図中の矢印は、アンテナが動作したときに発生する電荷の方向を示すものである。ここで、図中のA-A'線に平行な方向のアンテナ素子100の長さL₃は、次の式で表される。

【0007】

【数1】

$$L_3 = \frac{C_0 n}{2 f \sqrt{\epsilon_r}}$$

【0008】ここで、C₀は光速、fは共振周波数、ε_rは誘電体からなる基板102の等価誘電率である。基本モード(n=1)の場合、影像効果によって、アースピン107を含むB-B'線での電界は0になる。従って、図9(a)及び図9(b)に示すマイクロストリップアンテナ2においては、アンテナ素子100のB-B'線で区切られた図中の右の部分が、実質的なアンテナ素子として機能する。

【0009】以上のことから、図9(a)及び図9(b)に示すマイクロストリップアンテナ2は、図10(a)、図10(b)及び図10(c)に示すマイクロストリップアンテナ3と同じ特性を示す。マイクロストリップアンテナ3には、アンテナ素子113の一辺に沿ってアースピン107、107…が並設されており、給電ピン103がアンテナ素子113に接続されている。

【0010】従って、図8(a)、図8(b)及び図8(c)に示すマイクロストリップアンテナ1は、アンテナの長さがL₁である第1のアンテナ素子111と誘電体基板102と接地導体101とからなるマイクロストリップアンテナAと、アンテナの長さがL₂である第2のアンテナ素子112と誘電体基板102と接地導体101とからなるマイクロストリップアンテナBとが一体化されたものと等価であり、各マイクロストリップアンテナA、Bは、次式で与えられる共振周波数f₁、f₂で共振する。ここで、f₁はマイクロストリップアンテナAの共振周波数であり、f₂はマイクロストリップアンテナBの共振周波数である。基本モードの場合、n=1となる。C₀は光速、ε_rは誘電体からなる基板102の等価誘電率である。

【0011】

【数2】

$$f_1 = \frac{C_0 n}{2 L_1 \sqrt{\epsilon_r}}$$

【0012】

【数3】

$$f_2 = \frac{C_0 n}{2 L_2 \sqrt{\epsilon_r}}$$

【0013】このようにして、従来のマイクロストリップアンテナ1においては、異なる2つの周波数帯用のマイクロストリップアンテナA、Bを一体化させるとともに、小型で軽量で薄型のアンテナを得ることができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述のマイクロストリップアンテナにおいては、2つのアンテナ素子111、112と接地導体101とが、誘電体からなる基板102の一面と他面とに載置されているので、それぞれのアンテナ素子111、112と接地導体101との距離が同一であり、共用できる2つの周波数帯の適用限界が生じる。その理由は、マイクロストリップアンテナの特性は、誘電体基板の厚さが薄いと電波の放射効率、帯域が低下し、誘電体基板の厚さが厚いと、基板の厚さ方向に高次モードが励起され、マイクロストリップアンテナとして良好に動作しなくなるというように、誘電体からなる基板の比誘電率、誘電正接(tan δ)及び厚さに大きく依存するためである。従って、従来のマイクロストリップアンテナにおいては、使用周波数帯域が大きく異なるマイクロストリップアンテナを一体化させることができないという課題があった。

【0015】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、超広帯域の周波数範囲(マイクロ波帯〜ミリ波帯)の中で、任意でかつ複数の動作周波数に対して、各アンテナがそれぞれ最適な基板厚を有し、良好に動作できるマルチバンドアンテナを同じ基板に同

時に形成することが可能であり、小型、薄型で多機能なマイクロストリップアンテナを提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

【0017】請求項1に記載のマイクロストリップアンテナは、誘電体からなる基板と、該誘電体からなる基板の一面に載置されたアンテナ素子と、前記誘電体からなる基板により離間されて前記アンテナ素子と対向して配置された第1の接地導体と、前記誘電体からなる基板により離間されて前記アンテナ素子と対向し、かつ前記第1の接地導体よりも前記アンテナ素子に接近して配置された第2の接地導体と、前記第1の接地導体と前記第2の接地導体とを接続する第1の接続導体と、前記第1の接地導体または前記第2の接地導体と前記アンテナ素子とを接続する第2の接続導体と、信号を前記アンテナ素子に伝達するための給電手段とを具備することを特徴とする。

【0018】請求項2に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項1に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記アンテナ素子が、前記第2の接続導体の列を境界とする第1のアンテナ素子と第2のアンテナ素子とからなることを特徴とする。また、請求項3に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項1に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記給電手段が、前記アンテナ素子に接続された給電導体であることを特徴とする。

【0019】請求項4に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項1に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記給電手段が、前記誘電体からなる基板により離間されて前記第1の接地導体と対向し、かつ前記アンテナ素子の反対側に形成された高周波線路と、前記第1の接地導体に形成され、かつ、前記高周波線路に入力された信号を前記アンテナ素子へ電磁界的に結合して該アンテナ素子を励振するためのスロットとからなることを特徴とする。また、請求項5に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項4に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記高周波線路が、マイクロストリップ線路であることを特徴とする。更に、請求項6に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項4に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記高周波線路が、トリプレート線路であることを特徴とする。

【0020】請求項7に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項5に記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記アンテナ素子と前記マイクロストリップ線路とを接続する給電導体を具備することを特徴とする。また、請求項8に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項1～7のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記アンテナ素子が、2つの方

形板を前記第2の接続導体を境界として互いにずれて当接させたものであることを特徴とする。更に請求項9に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項1～7のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記アンテナ素子が、2つの半円板を前記第2の接続導体を境界として当接させたものであることを特徴とする。

【0021】請求項10に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項1～9のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記第1、第2の接続導体が、一列に並設されたスルーホール列であることを特徴とする。また、請求項11に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項1～9のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナにおいて、前記第1の接続導体または第2の接続導体の少なくとも一方が、前記第1の接地導体または前記第2の接地導体から前記アンテナ素子の方向に向けて突設された導体板であることを特徴とする。

【0022】請求項12に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項1～11のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナであって、前記誘電体からなる基板が、誘電体膜を積層して形成されたものであることを特徴とする。また、請求項13に記載のマイクロストリップアンテナは、請求項1～12のいずれかに記載のマイクロストリップアンテナを、前記誘電体からなる基板に複数個形成させたものであることを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを図面を参照して説明する。図1(a)は、本発明のマイクロストリップアンテナの平面図であり、図1(b)は、図1(a)のA-A'線の断面図であり、図1(c)は、図1(a)のB-B'線の断面図である。図1(a)、図1(b)及び図1(c)において、マイクロストリップアンテナ4は、誘電体基板11と、誘電体基板11の一面に載置されたアンテナ素子12と、第1の接地導体20と、第2の接地導体21とから構成されている。第1の接地導体20は、誘電体からなる基板11により離間されて、アンテナ素子12と対向して誘電体からなる基板11の他面に配置されている。また、第2の接地導体21は、誘電体からなる基板11により離間されてアンテナ素子12と対向し、かつ第1の接地導体20よりもアンテナ素子12に接近して誘電体からなる基板11の中に配置されている。

【0024】また、マイクロストリップアンテナ4には、第1の接地導体20と第2の接地導体21とを接続する複数の第1の接続導体(スルーホール列)51、51…と、第2の接地導体21とアンテナ素子12とを接続する複数の第2の接続導体(スルーホール列)52、52…とが備えられている。これら第1、第2の接続導

体（スルーホール列）51、51…、52、52…は、図中B-B'線に沿って、一列に並設されている。このようにして、アンテナ素子12には、第2の接続導体52の列を境界として、図中のA-A'線に平行な方向の長さがL₁、L₂なる大きさの異なる第1、第2のアンテナ素子12a、12bが形成されている。

【0025】第1の接地導体20は、第1のアンテナ素子12a全面と完全に対向するように、第1の接地導体20の端縁が少なくとも第2の接続導体52の位置にくるように形成されている。第2の接地導体21は、第1のアンテナ素子12b全面と完全に対向するように、第2の接地導体21の端縁が少なくとも第2の接続導体52の位置にくるように形成されている。

【0026】また、マイクロストリップアンテナ4には、信号をアンテナ素子12に伝達するための給電手段30が備えられている。具体的には、マイクロストリップアンテナ4には、給電手段30として、アンテナ素子12に接続された給電導体（給電ピン）31、32が備えられている。給電導体31は、第1の接地導体20に形成された孔22を貫通して、外部回路に接続するためのコネクタ33に接続されている。また、給電導体32は、第1の接地導体20に形成された孔23と第2の接地導体21に形成された孔24とを貫通して、外部回路に接続するためのコネクタ34に接続されている。このようにして、給電導体31、32は、第1の接地導体20及び第2の接地導体21とから絶縁されている。

【0027】誘電体からなる基板11は、誘電体膜を積層して形成された多層膜積層基板であってもよい。この場合、アンテナ素子12が多層膜積層基板の一面に載置され、第1の接地導体20が多層膜積層基板の他面に載置され、第2の接地導体21が多層膜積層基板のいずれかの誘電体膜の間に挿入されたものであってもよい。また、多層膜積層基板は、互いに比誘電率と膜厚の異なる複数種類の誘電体膜を積層したものであってもよい。

【0028】上述のマイクロストリップアンテナ4には、第1のアンテナ素子12aと誘電体からなる基板11と第1の接地導体20とからなるマイクロストリップアンテナAと、第2のアンテナ素子12bと誘電体からなる基板11と第2の接地導体21とからなるマイクロストリップアンテナBとが形成されている。

【0029】このようにして、マイクロストリップアンテナA、Bにおいては、コネクタ33、34を介して給電導体31、32に輸入された信号が、アンテナ素子12a、12bに直接給電され、共振器の一種である第1、第2のアンテナ素子12a、12bから、電波が図1(b)において上方向に放射される。

【0030】上述のマイクロストリップアンテナ4においては、マイクロストリップアンテナAおよびBが、基本モードにおいて、次式で与えられる共振周波数で共振する。

【0031】

【数4】

$$f_a = \frac{C_0 n}{2 L_4 \sqrt{\epsilon_r} (h = d_1)}$$

【0032】

【数5】

$$f_b = \frac{C_0 n}{2 L_5 \sqrt{\epsilon_r} (h = d_2)}$$

【0033】ここで、C₀は光速、f_a、f_bはそれぞれマイクロストリップアンテナA及びBの共振周波数、ε_r(h)はhの関数であって厚さがhのときの誘電体基板11の等価誘電率、d₁はアンテナ素子12aと第1の接地導体20との距離（アンテナ素子12aと第1の接地導体20とに挟まれた誘電体基板の厚さ）、d₂はアンテナ素子12bと第2の接地導体21との距離（アンテナ素子12bと第2の接地導体21とに挟まれた誘電体基板の厚さ）である。基本モードの場合、n=1となる。

【0034】第2の接地導体21は、第1の接地導体20よりもアンテナ素子12に接近して誘電体からなる基板11の中に配置されているので、d₁>d₂となり、ε_r(d₂)<ε_r(d₁)となる。このようにして、マイクロストリップアンテナA、Bの共振周波数（f_a、f_b）は、d₁、d₂、L₄およびL₅の大きさに依存する。特に、d₁、d₂を適当に調整することによって、f_a、f_bをそれぞれ独立に変えることができる。即ち、マイクロストリップアンテナA及びBのそれぞれ目的とする使用周波数帯において、良好なアンテナ特性を得ることができる。このようにして、マイクロストリップアンテナ4においては、使用周波数帯が大きく異なるマイクロストリップアンテナA、Bを、同一の誘電体からなる基板11上に形成させることができる。

【0035】また、上述のマイクロストリップアンテナ4においては、第1、2の接続導体51、52がスルーホールであり、このスルーホールは簡単に形成させることができるので、マイクロストリップアンテナ4の製造工程を簡略化することができる。

【0036】また、第1、第2の接地導体20、21は、第1、第2のアンテナ素子12a、12b全面と完全に対向するように形成されているので、アンテナ素子12a、12bの全面から効率よく電波を放射させることができる。

【0037】更に、誘電体からなる基板11が、互いに比誘電率及び膜厚の異なる複数種類の誘電体膜を積層して形成された多層膜積層基板である場合には、多層膜積層基板の膜厚、比誘電率及びd₁、d₂の寸法を任意に変更することができるので、マイクロストリップアンテナA及びBの共振周波数（f_a、f_b）を任意に変更することが可能となり、使用周波数帯が大きく異なるマイクロ

ストリップアンテナ A、B を、同一の誘電体基板 1 1 上に形成させることができる。特に、アンテナ素子 1 2 側に誘電率の低い誘電体膜を、またコネクタ 3 3、3 4 側に G a A s などの誘電率の高い誘電体膜を用いた多層膜積層基板である場合には、半導体基板上に回路を構成するモノシリックマイクロ波集積回路 (MMIC) との一体化が容易となるため、フェーズドアレーアンテナをはじめとしたアクティブアンテナが実現できる。

【0038】次に、本発明の第 2 の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを図面を参照して説明する。図 2 (a) は、本発明の第 2 の実施の形態であるマイクロストリップアンテナの平面図であり、図 2 (b) は、図 2 (a) の A-A' 線の断面図であり、図 2 (c) は、図 2 (a) の B-B' 線の断面図である。尚、これらの図において、前述した図 1 (a)、図 1 (b) 及び図 1 (c) に示す構成要素と同一符号を付し、その説明を省略する。

【0039】このマイクロストリップアンテナ 5 は、第 1 の実施の形態におけるマイクロストリップアンテナ 4 の給電導体 3 2 が省略されたものである。従って、このマイクロストリップアンテナ 5 は、第 1 のアンテナ素子 1 2 a のみに給電され、このアンテナ素子 1 2 a から、第 2 の接続導体 (スルーホール列) 5 2 による境界を介して隣り合う第 2 のアンテナ素子 1 2 b に対し、互いの電磁気的な結合を利用してアンテナ素子 1 2 b を励振することが可能となる。両者の電磁気的な結合係数は第 2 の接続導体 (スルーホール) 5 2 の列の間隔で決定される。

【0040】上述のマイクロストリップアンテナ 5 は、図 1 (a) における給電導体 3 2 が省略されたものである。図 1 (b) における第 2 の接続導体の孔 2 4、第 1 の接続導体の孔 2 3 及びコネクタ 3 4 が不要となり、マイクロストリップアンテナの製造工程が簡略化され、製造コストを低くすることができる。また、第 2 の接続導体 (スルーホール列) 5 2 による境界を介して隣り合うアンテナ素子 1 2 a とアンテナ素子 1 2 b との電磁気的な結合により、マイクロストリップアンテナ A 及び B のそれぞれ目的とする使用周波数帯において、良好なアンテナ特性を得ることができる。

【0041】次に、本発明の第 3 の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを図面を参照して説明する。図 3 (a) は、本発明の第 3 の実施の形態であるマイクロストリップアンテナの平面図であり、図 3 (b) は、図 3 (a) の A-A' 線の断面図であり、図 3 (c) は、図 3 (a) の B-B' 線の断面図である。尚、これらの図において、前述した図 1 (a)、図 1 (b) 及び図 1 (c) に示す構成要素と同一符号を付し、その説明を省略する。

【0042】このマイクロストリップアンテナ 6 においては、アンテナ素子 1 3 は、大きさの異なる 2 つの方形

板である第 1、第 2 のアンテナ素子 1 3 a、1 3 b が互いに第 2 の接続導体 (スルーホール列) 5 2 による境界を介して当接され、かつ図 3 (a) における B-B' 線に対して平行に互いにずれて形成されている。

【0043】上述のマイクロストリップアンテナ 6 は、マイクロストリップアンテナ A、B の共振周波数が、図 3 (a) に示すアンテナ素子 1 3 a、1 3 b の対角線の長さ L_0 および L_1 により決定される。従って、このマイクロストリップアンテナ 6 の小型化を図ることができる。

【0044】次に、本発明の第 4 の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを図面を参照して説明する。図 4 (a) は、本発明の第 4 の実施の形態であるマイクロストリップアンテナの平面図であり、図 4 (b) は、図 3 (a) の A-A' 線の断面図であり、図 3 (c) は、図 3 (a) の B-B' 線の断面図である。尚、これらの図において、前述した図 1 (a)、図 1 (b) 及び図 1 (c) に示す構成要素と同一符号を付し、その説明を省略する。

【0045】このマイクロストリップアンテナ 7 においては、アンテナ素子 1 4 は、半径の異なる 2 つの半円板である第 1、第 2 のアンテナ素子 1 4 a、1 4 b が互いに第 2 の接続導体 (スルーホール列) 5 2 による境界を介して当接されて形成されている。ここで、第 1、第 2 のアンテナ素子 1 4 a、1 4 b の半径をそれぞれ R_1 、 R_2 とすると、マイクロストリップアンテナ A および B の基本モードにおける共振周波数は、次式で与えられる。

【0046】

【数 6】

$$f_a = \frac{1.841 C_0}{2 \pi R_1 \sqrt{\epsilon_r (h=d_1)}}$$

【0047】

【数 7】

$$f_b = \frac{1.841 C_0}{2 \pi R_2 \sqrt{\epsilon_r (h=d_2)}}$$

【0048】ここで、 C_0 は光速、 f_a 、 f_b はそれぞれマイクロストリップアンテナ A 及び B の共振周波数、 $\epsilon_r (h)$ は h の関数であって厚さが h のときの誘電体基板 1 1 の等価誘電率、 d_1 はアンテナ素子 1 4 a と第 1 の接地導体 2 0 との距離 (アンテナ素子 1 4 a と第 1 の接地導体 2 0 とに挟まれた誘電体基板の厚さ)、 d_2 はアンテナ素子 1 4 b と第 2 の接地導体 2 1 との距離 (アンテナ素子 1 4 b と第 2 の接地導体 2 1 とに挟まれた誘電体基板の厚さ) である。

【0049】従って、上述のマイクロストリップアンテナ 7 においては、マイクロストリップアンテナ A 及び B の共振周波数 (f_a 、 f_b) が、 d_1 、 d_2 、 R_1 および R_2

の大きさに依存し、特に、 d_1 、 d_2 を適当に調整することによって、 f_a 、 f_b をそれぞれ独立に変えることができるので、マイクロストリップアンテナA及びBのそれぞれ目的とする使用周波数帯において、良好なアンテナ特性が得られる。

【0050】このようにして、上述のマイクロストリップアンテナ7においては、使用周波数帯が大きく異なるマイクロストリップアンテナA、Bを、同一の誘電体基板11上に形成させることができる。更に、第1、第2のアンテナ素子14a、14bの形状が半円形であるので、電波を損失させることなく、電波を効率良く発射させることができる。

【0051】次に、本発明の第5の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを図面を参照して説明する。図5(a)は、本発明の第5の実施の形態であるマイクロストリップアンテナの平面図であり、図5(b)は、図5(a)のA-A'線の断面図であり、図5(c)は、図5(a)のB-B'線の断面図である。尚、これらの図において、前述した図1(a)、図1(b)及び図1(c)に示す構成要素と同一符号を付し、その説明を省略する。

【0052】このマイクロストリップアンテナ8には、誘電体からなる基板201により離間されてアンテナ素子12と対向して、誘電体からなる基板201の中に配置された第1の接地導体22と、誘電体からなる基板201により離間されてアンテナ素子12と対向して、かつ、第1の接地導体22よりもアンテナ素子12に接近して誘電体からなる基板201の中に配置された第2の接地導体23とが備えられている。また、第1の接地導体20にはスロット90が形成されている。更に、給電手段30として、誘電体からなる基板201により離間されて第1の接地導体22と対向し、かつアンテナ素子12の反対側である誘電体からなる基板201の他面に配置されたストリップ状導体71と、スロット90を貫通してアンテナ素子12とストリップ状導体71とを接続する給電導体31が備えられている。給電導体31は、第1の接地導体22から絶縁されている。このようにして、マイクロストリップアンテナ8には、ストリップ状導体71と第1の接地導体22とからなる高周波線路70であるマイクロストリップ線路72が形成されている。

【0053】上述のマイクロストリップアンテナ8においては、マイクロストリップ線路72に入力された信号が、給電ピンを介して直接第1のアンテナ素子12aに給電され、アンテナ素子12aから、第2の接続導体(スルーホール列)52による境界を介して隣り合う第2のアンテナ素子12bに対し、互いの電磁気的な結合を利用してアンテナ素子12bを励振することが可能となる。

【0054】従って、上述のマイクロストリップアンテナ

ナ8においては、アンテナ素子12と給電手段であるマイクロストリップ線路72とが、第1の接地導体22を介してアイソレートされているので、マイクロストリップ線路72からの不要放射による放射界への影響を低減することができる。

【0055】次に、本発明の第6の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを図面を参照して説明する。図6(a)は、本発明の第6の実施の形態であるマイクロストリップアンテナの平面図であり、図6(b)は、図6(a)のA-A'線の断面図であり、図6(c)は、図5(a)のB-B'線の断面図である。尚、これらの図において、前述した図1(a)、図1(b)、図1(c)、図5(a)、図5(b)及び図5(c)に示す構成要素と同一符号を付し、その説明を省略する。

【0056】このマイクロストリップアンテナ9においては、誘電体からなる基板201により離間されて、アンテナ素子12と対向して誘電体からなる基板201の中に配置された第1の接地導体24が備えられている。また、給電手段30として、誘電体からなる基板201により離間されて第1の接地導体24と対向し、かつアンテナ素子12の反対側である誘電体からなる基板201の他面に配置されたストリップ状導体71と、スロット94とが設けられている。スロット94は、ストリップ状導体71に輸入された信号をアンテナ素子12へ電磁界的に結合してアンテナ素子12を励振するためのものであって、第1の接地導体20に形成されている。更に、ストリップ状導体71の先端には、給電回路での不整合を防ぐためのスタブ73が設けられている。このようにして、マイクロストリップアンテナ9には、ストリップ状導体71と第1の接地導体24とからなる高周波線路70であるマイクロストリップ線路72が形成されている。

【0057】上述のマイクロストリップアンテナ8においては、マイクロストリップ線路72に輸入した信号が、スロット94を介して電磁界的な結合によって第1のアンテナ素子12aに給電され、アンテナ素子12aから、第2の接続導体(スルーホール列)52による境界を介して隣り合う第2のアンテナ素子12bに対し、互いの電磁気的な結合を利用してアンテナ素子12bを励振することが可能となる。

【0058】従って、マイクロストリップアンテナ8においては、アンテナ素子12とマイクロストリップ線路72との直接的な接続が不要となるため、アンテナの設計および製造が容易になり、製造コストを低減することができる。また、マイクロストリップ線路72とアンテナ素子12との整合は、スロット91およびスタブ73の長さを変えることにより容易に実現することができる。

【0059】次に、本発明の第7の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを図面を参照して説明する。

図 7 (a) は、本発明の第 7 の実施の形態であるマイクロストリップアンテナの平面図であり、図 7 (b) は、図 7 (a) の A-A' 線の断面図であり、図 7 (c) は、図 7 (a) の B-B' 線の断面図である。尚、これらの図において、前述した図 1 (a)、図 1 (b)、図 1 (c) に示す構成要素と同一符号を付し、その説明を省略する。

【0060】このマイクロストリップアンテナ 10 には、第 1 の接地導体 24 と、第 2 の接地導体 23 とが備えられている。第 1 の接地導体 24 は、誘電体からなる基板 202 により離間されてアンテナ素子 12 と対向して、誘電体からなる基板 202 の中に配置されている。また、第 2 の接地導体 23 は、誘電体からなる基板 202 により離間されてアンテナ素子 12 と対向して、かつ、第 1 の接地導体 20 よりもアンテナ素子に接近して誘電体からなる基板 202 の中に配置されている。

【0061】また、給電手段 30 として、誘電体からなる基板 202 により離間されて第 1 の接地導体 24 と対向し、かつアンテナ素子 12 の反対側である誘電体からなる基板 202 の中に配置されたストリップ状導体 74 と、スロット 91 と、誘電体からなる基板 202 により離間されて第 1 の接地導体 24、第 2 の接地導体 23 及びストリップ状導体 74 と対向して誘電体からなる基板 11 の他面に配置された導体 75 とが設けられている。スロット 91 は、ストリップ状導体 75 に入力された信号をアンテナ素子 12 へ電磁的に結合してアンテナ素子 12 を励振するためのものであって、第 1 の接地導体 24 に形成されている。このようにして、マイクロストリップアンテナ 8 には、ストリップ状導体 74 と第 1 の接地導体 24 と導体 75 とからなる高周波線路 70 であるトリプレート線路 76 が形成されている。ストリップ状導体 74 は、トリプレート線路 76 の中心導体として動作する。

【0062】上述のマイクロストリップアンテナ 10 においては、トリプレート線路 76 に入力された信号が、スロット 91 を介して電磁的な結合によって第 1 のアンテナ素子 12 a に給電され、アンテナ素子 12 a から、第 2 の接続導体 (スルーホール列) 52 による境界を介して隣り合う第 2 のアンテナ素子 12 b に対し、互いの電磁的な結合を利用してアンテナ素子 12 b を励振することが可能となる。

【0063】従って、上述のマイクロストリップアンテナ 10 においては、アンテナ素子 12 と給電手段であるトリプレート線路 76 とが、第 1 の接地導体 24 を介してアイソレートされているので、トリプレート線路 76 からの不要放射による放射界への影響を低減することができる。

【0064】次に、本発明の第 8 の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを図面を参照して説明する。図 11 (a) は、本発明の第 8 の実施の形態であるマイ

クロストリップアンテナの平面図であり、図 11 (b) は、図 2 (a) の A-A' 線の拡大断面図であり、図 11 (c) は、図 2 (a) の B-B' 線の拡大断面図である。尚、これらの図において、前述した図 1 (a)、図 1 (b) 及び図 1 (c) に示す構成要素と同一符号を付し、その説明を省略する。

【0065】このマイクロストリップアンテナ 81 は、第 1 の実施の形態における 4 つのマイクロストリップアンテナ 4 を、同一の誘電体からなる基板 82 上に形成させたものである。

【0066】上述のマイクロストリップアンテナ 81 は、4 つのマイクロストリップアンテナ 4 を、誘導体からなる基板 82 に形成させたものであるので、多周波数帯域用のマイクロストリップアンテナとして使用することができる。

【0067】なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば、上述の実施の形態では、第 1 の接続導体、第 2 の接続導体がスルーホールである例を示したが、第 1 の接続導体または第 2 の接続導体の少なくとも一方が、アンテナ素子の方向に向けて突設された導体板であってもよい。また、第 1 の接続導体、第 2 の接続導体が、導体からなるピンであっても良い。

【0068】また、上述の実施の形態では、厚さが一定である誘電体からなる基板を用いた例を示したが、第 2 の接地導体を設ける部分の厚さが薄く、第 1 の接地導体を設ける部分の厚さが厚い誘電体基板を用いても良い。更に、誘電体からなる基板上に、2 以上のアンテナ素子と 2 以上の接地導体を形成して、マイクロストリップアンテナを、誘導体からなる基板に複数個形成させたものであってもよい。

【0069】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明のマイクロストリップアンテナは、誘電体からなる基板と、該誘電体からなる基板の一面に載置されたアンテナ素子と、前記誘電体からなる基板により離間されて前記アンテナ素子と対向して配置された第 1 の接地導体と、前記誘電体からなる基板により離間されて前記アンテナ素子と対向し、かつ前記第 1 の接地導体よりも前記アンテナ素子に接近して配置された第 2 の接地導体とから構成されているので、1 つの誘電体からなる基板上に、2 つのマイクロストリップアンテナが形成され、アンテナ素子と第 1、第 2 の接地導体との距離が異なるように構成され、各マイクロストリップアンテナの共振周波数を独立して変更することができるので、使用周波数帯域が大きく異なる 2 つのマイクロストリップアンテナを形成させることができる。従って、超広帯域の周波数範囲 (マイクロ波帯～ミリ波帯) の中で、任意でかつ複数の動作周波数に対して、各アンテナがそれぞれ最適な基板

厚を有し、良好に動作できるマルチバンドアンテナを同じ基板に同時に形成することが可能であり、小型、薄型で多機能なマイクロストリップアンテナを提供できる。

【0070】本発明のマイクロストリップアンテナは、前記アンテナ素子を、第2の接続導体の列を境界として第1のアンテナ素子と第2のアンテナ素子に分割されるので、第1、第2のアンテナ素子の大きさを任意に変更できるので、それぞれの共振周波数を容易に変更することが可能となり、使用周波数帯域が大きく異なる2つのマイクロストリップアンテナを形成させることができる。

【0071】また、本発明のマイクロストリップアンテナは、給電手段として前記アンテナ素子に接続された給電導体を備えているので、信号を前記アンテナ素子に直接給電させることができる。更に本発明のマイクロストリップアンテナは、前記誘電体からなる基板により離間されて前記第1の接地導体と対向し、かつ前記アンテナ素子の反対側に形成された高周波線路と、前記第1の接地導体に形成され、かつ、前記高周波線路に入力された信号を前記アンテナ素子へ電磁界的に結合して該アンテナ素子を励振するためのスロットとからなり、特に前記高周波線路がマイクロストリップ線路またはトリプレート線路であるので、アンテナ素子と給電手段とが、第1の接地導体を介してアイソレートさせることが可能となり、給電手段からの不要放射による放射界への影響を低減することができる。

【0072】本発明のマイクロストリップアンテナは、前記アンテナ素子と給電手段である前記マイクロストリップ線路とを接続する給電導体を備えているので、給電手段からの不要放射による放射界への影響を低減することができると共に、信号を前記アンテナ素子に直接給電させることができる。また、本発明のマイクロストリップアンテナは、アンテナ素子が、2つの方形板を前記第2の接続導体を境界として互いにずれて当接させたものであり、このときのマイクロストリップアンテナの共振周波数は、方形板の対角線の長さで決まるので、マイクロストリップアンテナの形状を小型化できる。

【0073】本発明のマイクロストリップアンテナは、前記アンテナ素子が、2つの半円板を前記第2の接続導体を境界として当接させたものであるもので、アンテナ素子からの電波を効率よく放射させることができる。また、本発明のマイクロストリップアンテナは、前記第1、第2の接続導体が、一列に並設されたスルーホール列であるので、接続導体を容易に形成させることが可能となり、マイクロストリップアンテナの製造コストを低減させることができる。更に、本発明のマイクロストリップアンテナは、前記第1の接続導体または第2の接続導体の少なくとも一方が、前記第1の接地導体または前記第2の接地導体から前記アンテナ素子の方向に向けて突設された導体板であるので、接続導体を容易に形成さ

せることが可能となり、マイクロストリップアンテナの製造コストを低減させることができる。

【0074】本発明のマイクロストリップアンテナは、前記誘電体からなる基板が、誘電体膜を積層して形成された多層膜積層基板であり、多層膜積層基板の板厚、比誘電率及びアンテナ素子と第1、第2の接地導体との距離を任意に変更することができるので、マイクロストリップアンテナの共振周波数を任意に変更することが可能となり、使用周波数帯が大きく異なる2つのマイクロストリップアンテナを、同一の誘電体からなる基板上に形成させることができる。特に、アンテナ素子側に誘電率の低い誘電体膜を、給電手段側にGaAsなどの誘電率の高い誘電体膜を用いた多層膜積層基板である場合には、半導体基板上に回路を構成するモノシリシクマイクロ被集積回路(MMIC)との一体化が容易となるため、フェーズドアレーアンテナをはじめとしたアクティブアンテナが実現できる。

【0075】本発明のマイクロストリップアンテナは、上述のマイクロストリップアンテナを、前記誘導体からなる基板に複数個形成させたものであるもので、多周波数帯域用のマイクロストリップアンテナを形成させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の断面図である。

【図2】 本発明の第2の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の断面図である。

【図3】 本発明の第3の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の断面図である。

【図4】 本発明の第4の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の断面図である。

【図5】 本発明の第5の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の断面図である。

【図6】 本発明の第6の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロ

10

20

30

40

50

ストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の断面図である。

【図7】 本発明の第7の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の断面図である。

【図8】 従来のマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の断面図である。

【図9】 従来のマイクロストリップアンテナを動作を説明するための図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面図である。

【図10】 従来のマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の断面*20

*図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の断面図である。

【図11】 本発明の第8の実施の形態であるマイクロストリップアンテナを示す図であって、(a)はマイクロストリップアンテナの平面図であり、(b)は(a)におけるA-A'線の拡大断面図であり、(c)は(a)におけるB-B'線の拡大断面図である。

【符号の説明】

4 マイクロストリップアンテナ

11 誘電体からなる基板

12 アンテナ素子

12a 第1のアンテナ素子

12b 第2のアンテナ素子

20 第1の接地導体

21 第2の接地導体

30 給電手段

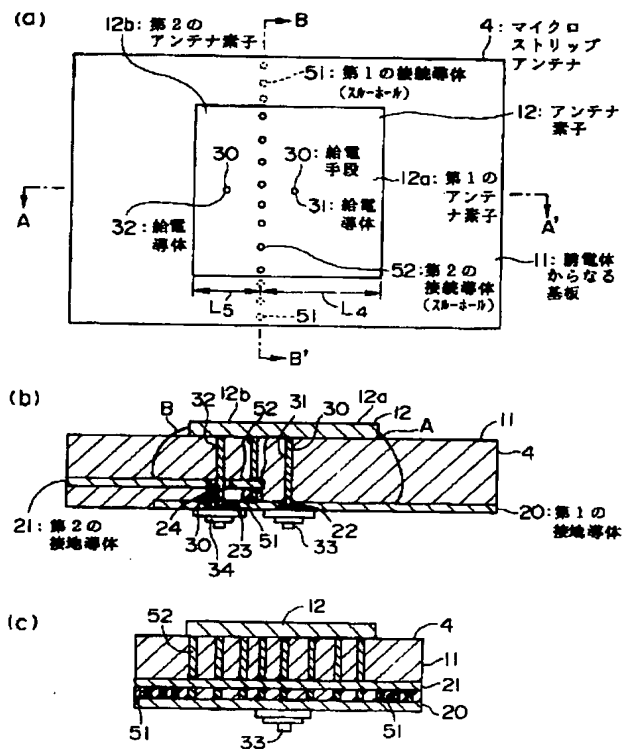
31 給電導体

32 給電導体

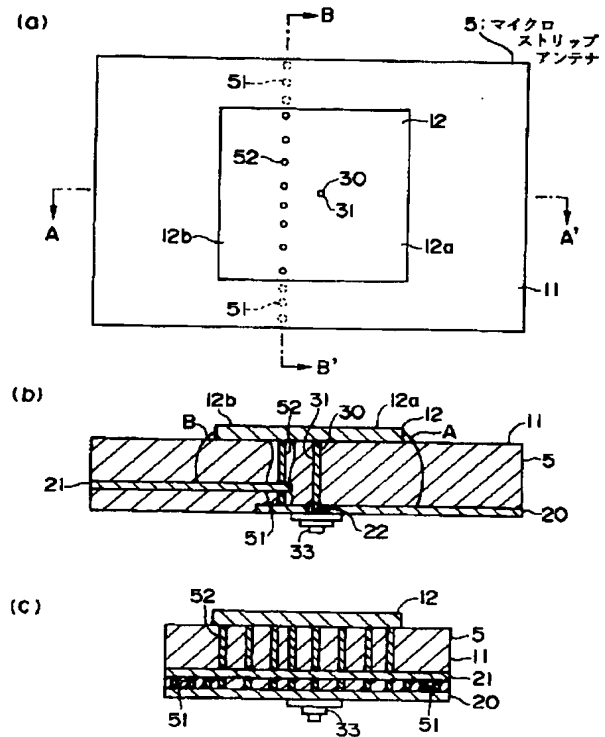
51 第1の接続導体

52 第2の接続導体

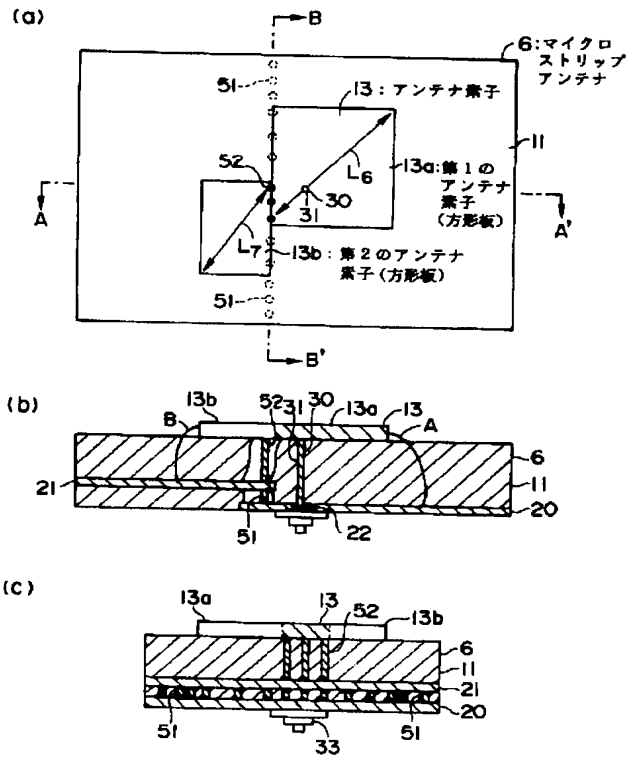
【図1】



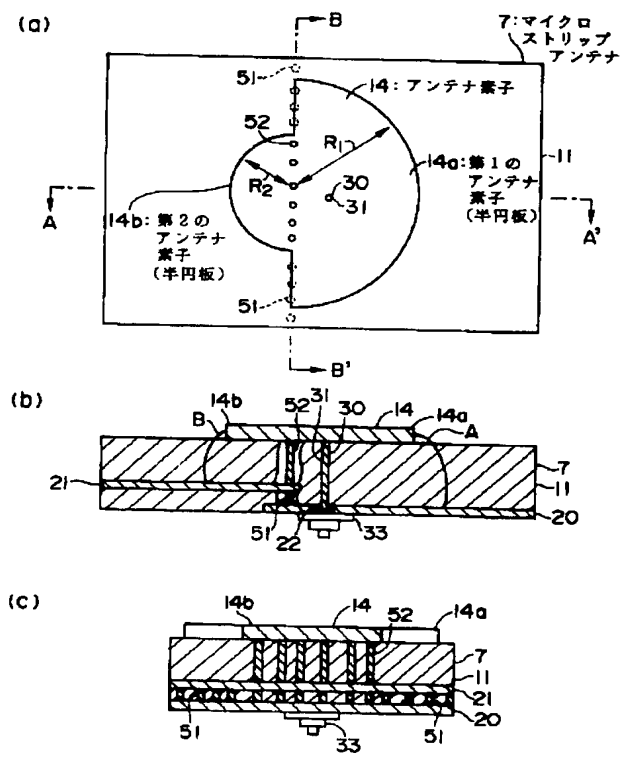
【図2】



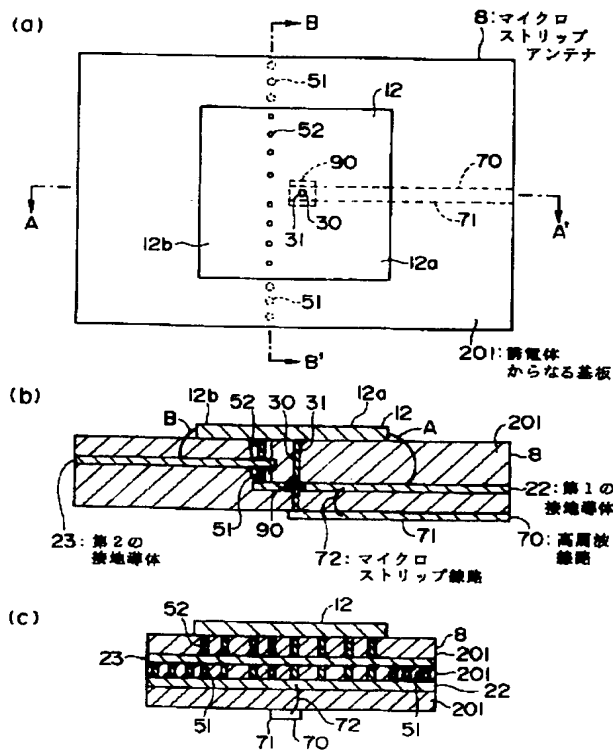
【図3】



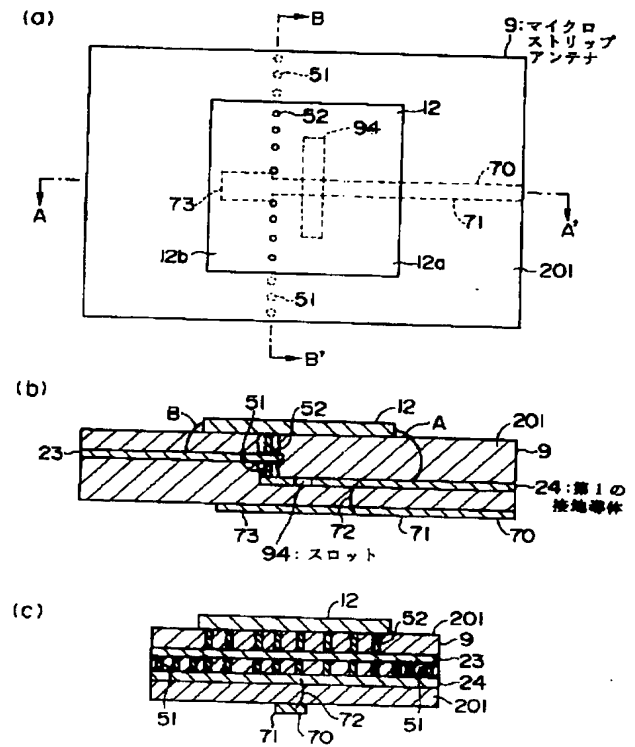
【図4】



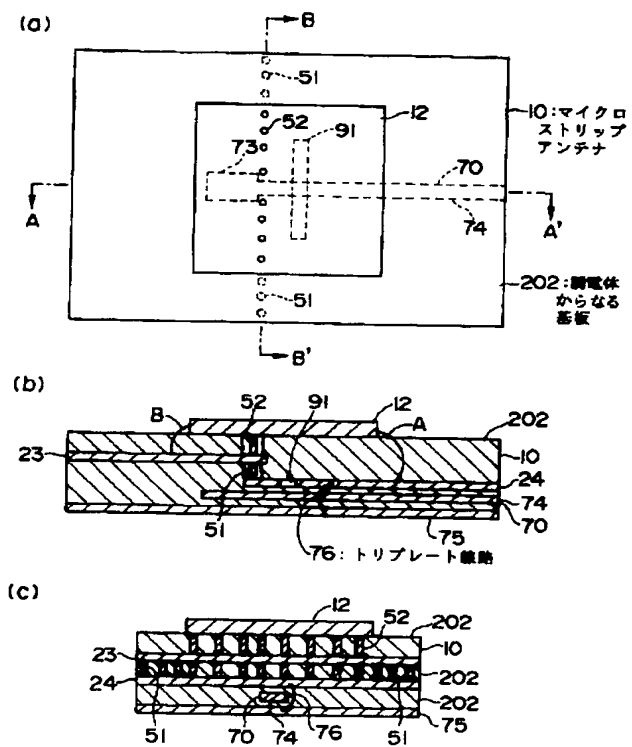
【図5】



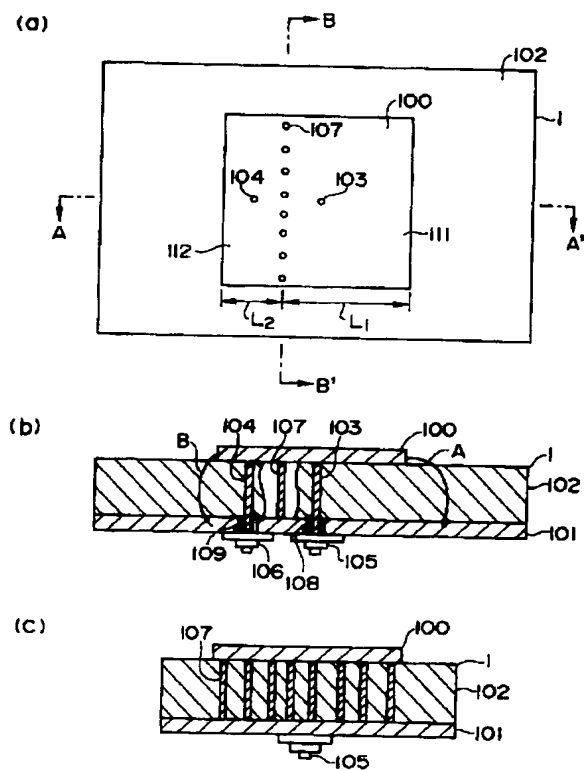
【図6】



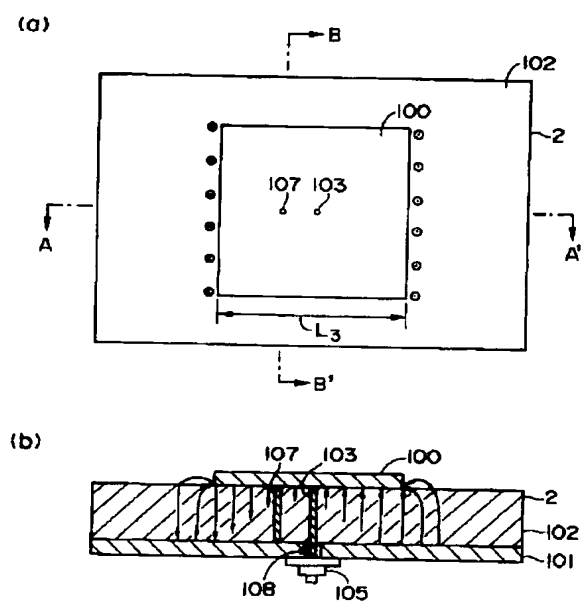
【図 7】



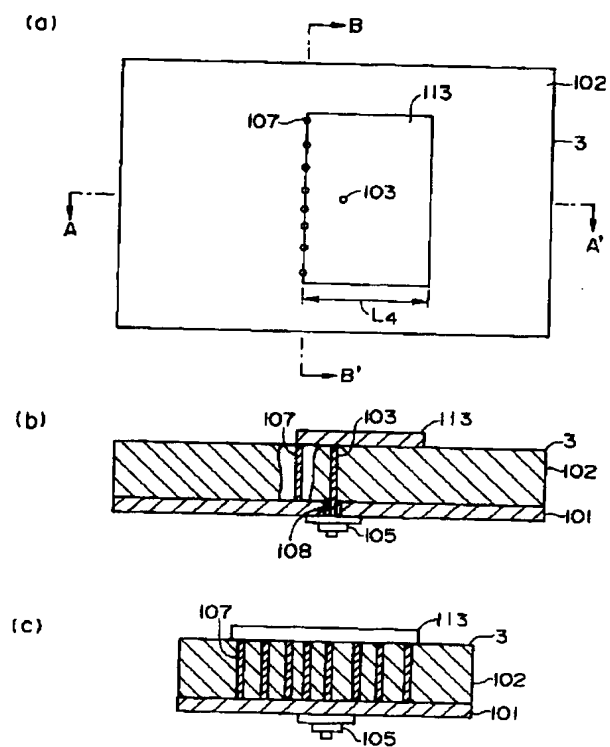
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

